

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2791429号

(45) 発行日 平成10年(1998) 8月27日

(24) 登録日 平成10年(1998) 6月19日

(51) Int. Cl. ^e

H01L 21/02

// H05H 3/00

Publication Date

F I

H01L 21/02

H05H 3/00

B

請求項の数 7 (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-268028

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 9 月18日

(65) 公開番号 特開平10-92702

(43) 公開日 平成10年(1998) 4 月10日

審査請求日 平成 8 年(1996) 9 月18日

特許法第30条第1項適用申請有り APPLIED P
HYSICS LETTERS, 68(16), 15 APRIL
1996, PP.2222-2224, 'SURFACE AC
TIVATED BONDING OF SILICO
N WAFERS AT ROOM TEMPERAT
URE' (H. TAKAGI ET AL)

(73) 特許権者 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(72) 発明者 高木 秀樹

茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業
技術院機械技術研究所内

(72) 発明者 前田 龍太郎

茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業
技術院機械技術研究所内

(72) 発明者 菊池 薫

茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業
技術院機械技術研究所内

(74) 指定代理人 工業技術院機械技術研究所長

審査官 河合 章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シリコンウェハの常温接合法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコンウェハとシリコンウェハとを
接合する方法であって、両方のシリコンウェハの接合
面を接合に先立って室温の真空中で不活性ガスイオンビ
ームまたは不活性ガス高速原子ビームで照射してスパッ
タエッチングすることを特徴とするシリコンウェハの
常温接合法

【請求項2】 前記照射の照射時間は10秒から1800
秒であることを特徴とする請求項1記載のシリコンウェ
ハの常温接合法

【請求項3】 前記照射の照射時間は10秒から30秒で
あることを特徴とする請求項1記載のシリコンウェハ
の常温接合法

【請求項4】 前記不活性ガスイオンビームまたは不活性
ガス高速原子ビームのビームソースの印加電圧は0.1

2

～3kVであることを特徴とする請求項1記載のシリコ
ンウェハの常温接合法

【請求項5】 前記スパッタエッチングのエッチング量は
1nm～40nmであることを特徴とする請求項1記載
のシリコンウェハの常温接合法

【請求項6】 前記真空は 10^{-3} torr以上であることを
特徴とする請求項1記載のシリコンウェハの常温接
合法

【請求項7】 シリコンウェハとシリコンウェハとを
接合する方法であって、両方のシリコンウェハの接合
面を室温の 10^{-3} torr以上の真空中でそれぞれのビ
ームソースの印加電圧とプラズマ電流が1.2kV及び
20mAの不活性ガスイオンビームまたは不活性ガス高
速原子ビームで照射時間10秒から1800秒照射し、
しかる後に重ね合わせることを特徴とするシリコンウ

ハ－の常温接合法

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、シリコンウェハ－の接合法に関するものである。この技術は半導体の微細加工技術により作成した電子部品及び機械部品の組み立て及び封止に利用することが出来る。

【0002】

【従来の技術】集積回路のチップやマイクロマシン用の部品等の製造において、シリコンからなる微細部品を接合する必要がある場合がある。このような場合、従来の接合法としては図7に示すように、シリコン部品の接合面を H_2 、 O_2 、 H_2 、 SO_4 などの水溶性薬品を使用して親水化处理して、水酸基を付与し、その接合面の水酸基及び水分子間の結合をもとにして接合させ、さらに、加熱処理により接合強度を高めている（シリコンウェハ－の直接接着技術（応用物理 60（1991），790）参照）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしこの従来の接合法では、ウェハ－の表面に水酸基を付与することにより、接触時の結合力を得ているため、この段階での強度が小さく、熱処理により、水素結合による結合をより強固な結合に変える必要があり、このため加熱処理が必要であった。しかし、これらの加熱処理は微細加工された部品を破損させる恐れがあるために、適用が制限されることがあった。また接合時に押し付荷重や静電引力などによる接合面での接触の促進が必要となる接合法は、同様に微細加工した部品の破損の可能性から適用が制限される。このようなことから、荷重による押し付けや加熱処理を必要としないシリコンウェハ－の接合技術の開発が望まれている。この発明は上記のごとき事情に鑑みてなされたものであって、大きな接合強度を持ち、かつ荷重による押し付けや加熱処理を必要としないシリコンウェハ－の接合方法を提供することを目的とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】この目的に対応して、この発明のシリコンウェハ－の常温接合法は、シリコンウェハ－とシリコンウェハ－とを接合する方法であって、両方のシリコンウェハ－の接合面を接合に先立って室温の真空中で不活性ガスイオンビームまたは不活性ガス高速原子ビームで照射してスパッタエッチングすることを特徴としている。

【0005】

【発明の実施の形態】以下、この発明の詳細を一実施の形態を示す図面について説明する。まずこの発明のウェハ－接合方法で使用するウェハ－接合装置について説明する。図1において、1はウェハ－接合装置である。ウェハ－接合装置1は真空チャンバー2を有する。真空チ

ャンバー2のウェハ－出し入れ口3は扉4によって開閉可能である。真空チャンバー2内には対向して位置する一対のウェハ－保持部材5、6が配置されている。一方のウェハ－保持部材5は真空チャンバー2内に固定されており、他方のウェハ－保持部材6はプッシュロッド7の下端に取り付けられている。プッシュロッド7は真空チャンバー2の気密を保った状態で直線移動可能で、保持した他方のウェハ－8bを一方のウェハ－保持部材5に保持された他方のウェハ－8aに接触させることが出来る。

【0006】さらに真空チャンバー2内には二つのビーム照射装置11a、11bが配置されている。一方のビーム照射装置11aは一方のウェハ－8aを照射するためのものであり、他方のビーム照射装置11bは他方のウェハ－8bを照射するためのものである。それぞれのウェハ－に対する照射角度は可変である。真空チャンバー2の真空は真空排気口12を通して、真空ポンプ（図示せず）によって形成される。

【0007】この様に構成されたウェハ－接合装置1を使用して、この発明のウェハ－接合方法は次のようになされる。まず接合されるウェハ－8a、8bの接合面を洗浄する。洗浄操作の内容は従来のウェハ－接合技術で使用されている処理と同じものである。洗浄、乾燥後のウェハ－8a、8bを真空チャンバー2内に設置し、一対のウェハ－保持部材5、6に取り付ける。次に真空チャンバー2内を減圧する。減圧の程度は 10^{-3} torr以上である。次に両方のウェハ－8a、8bの接合面を室温で不活性ガスイオンビームまたは不活性ガス高速原子ビームで10秒から1800秒、特に好ましくは10秒から30秒照射してスパッタエッチングをする。この発明ではこの照射時間が極めて重要な意義を有する。この高圧不活性ガスイオンビームまたは不活性ガス高速原子ビームのビームソースの印加電圧とプラズマ電流は、使用するビーム源にかなり依存するが、例えば0.1～3.0kV及び1～50mAである。スパッタエッチングのエッチング量は1nm～40nmである。次に照射の後にプッシュロッド7を下げてウェハ－8a、8bの接合面を重ね合わせる。この発明では重ね合わせた両ウェハ－を加圧することは重要な要素ではない。これによってシリコンウェハ－の接合は完了する。

【0008】

【実験例】

（実験設備）図3に示すような試料を約 $20\Omega\text{cm}$ の4インチN型シリコンウェハ－からダイヤモンドソーで切り出して使用した。試料は段付きのプラットフォーム形状に整形して接着に対するエッジの影響をなくした。この形状は熱酸素膜をマスクとしてKOHエッチングによって行なった。エッチングの後、この試料を接合に先立って洗浄した。洗浄操作の内容は従来のウェハ－接合技術で使用されている親水化处理と同じものである。試料を

5

図2に示す真空装置に設置し、真空装置内を 1×10^{-8} torrに減圧し、しかる後にFAB110 (Ion Tech Ltd. 社 (英国) 製) を2基ビームソースとして使用してアルゴン高速原子ビームを発生させて試料の接合面を照射した。それぞれのビームソースの印加電圧とプラズマ電流は1.2 kV及び20 mAであった。ビーム照射角度は 45° 、照射時間は10秒から1800秒まで変化させた。

【0009】 (実験結果) 図4は引っ張り試験の結果を示す図表である。試料を真空雰囲気中に数時間おいても、それだけでは両者は接合しないが、わずか10秒でもアルゴンビームを照射した場合には両者は接合する。最大接着強度のものは30秒間の照射のものであった。照射時間と接着強度の関係では、照射時間が30秒をこえると300秒照射のものまでは接着強度に大きな差はない。300秒をこえるとむしろ接合強度は低下する。この接合強度は従来法の900~1100℃の加熱を必要とする湿式法での接合強度とほとんど同じである。接合の際には荷重の付加は必要ない。付加する荷重と接合強度の関係を図5に示す。図5から明らかなように接合強度は荷重0.025 Mpa~1.8 Mpaの範囲でほとんど変化がなく、この値は従来法の1100℃の加熱を必要とする湿式法で得られる接合強度とほとんど同じである。このことから荷重の付加は本方法の接合強度には大きな要素ではないことが明らかである。

【0010】

【発明の効果】 この発明のシリコンウェハの接合方法ではウェハの表面に存在する吸着ガスや自然酸化膜などを真空中でウェハ表面をアルゴンなどの不活性ガスビームでエッチングすることにより除去し、表面に接合するための結合力を付与し、ウェハの表面が非常に平滑であることを利用して、これを真空中で重ね合わせることで、ウェハ同志を無加熱、無加圧で接合す

6

ることが出来る。この発明のウェハの接合方法では、図6に示すように、シリコンウェハの接合面はアルゴンなどの不活性ガスビームでエッチングするため、表面に水分子や酸化膜が存在せず、ウェハの原子間の接合が形成されるため、常温で強固な接合を形成することが出来る。このため荷重による押し付けや加熱処理が破損の原因となりうる微細加工された部品の接合にも適用することが出来る。以上の説明から明らかな通り、この発明によれば、大きな接合強度を持ち、かつ荷重による押し付けや加熱処理を必要としないシリコンウェハの接合方法を得ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 シリコンウェハ接合装置を示す構成説明図

【図2】 シリコンウェハ接合の実験装置を示す構成説明図

【図3】 試料を示す図

【図4】 引っ張り試験の結果を示す図表

【図5】 付加する荷重と接合強度との関係を示す図表

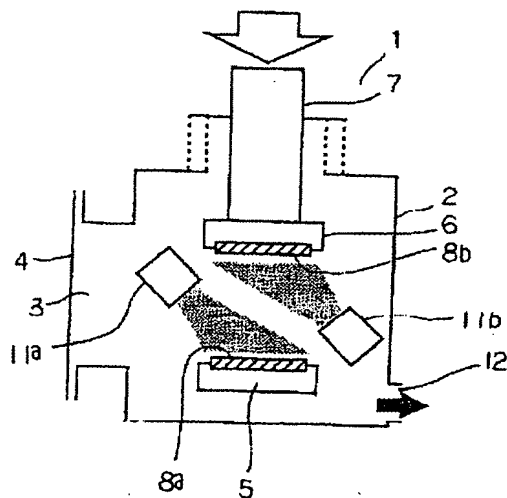
【図6】 この発明のシリコンウェハの接合の原理を示す説明図

【図7】 従来のシリコンウェハの接合の原理を示す説明図

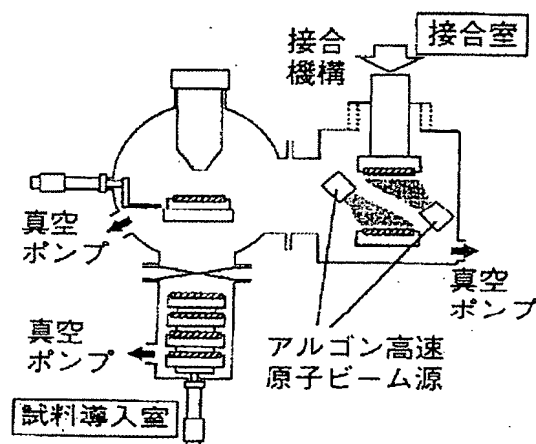
【符号の説明】

- 1 ウェハ接合装置
- 2 真空チャンバー
- 3 ウェハ出し入れ口
- 4 扉
- 5、6 一対のウェハ保持対部材
- 7 プッシュロッド
- 8 a、8 b ウェハ
- 11 a、11 b ビーム照射装置
- 12 真空排気口

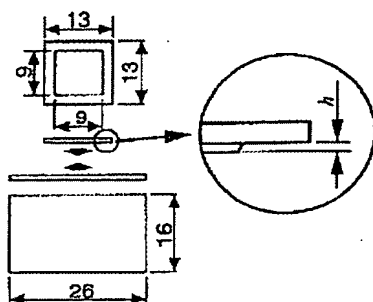
【図1】



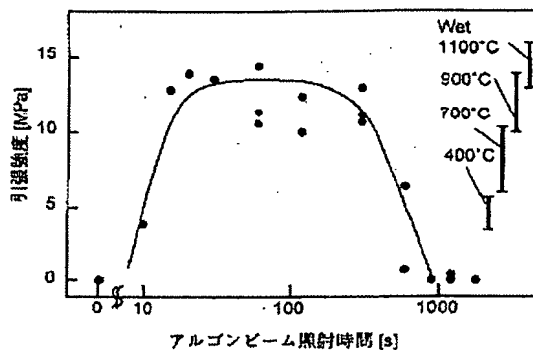
【図2】



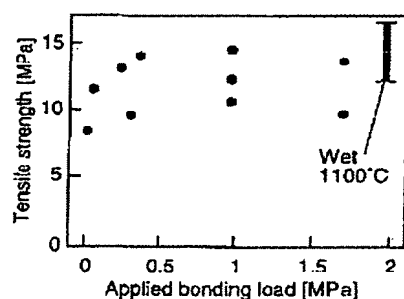
【図3】



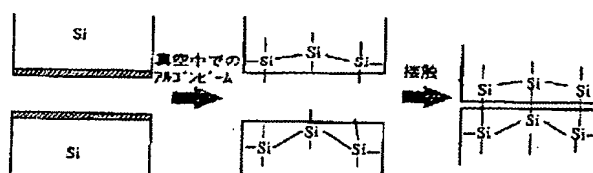
【図4】



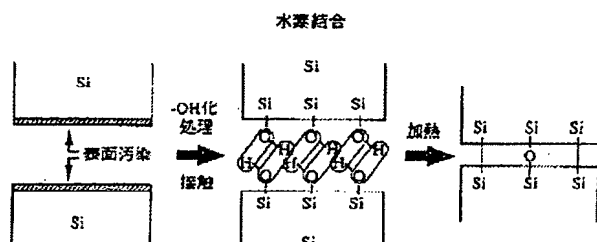
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

特許法第30条第1項適用申請有り 'ROOM TEMPERATURE BONDING OF SILICON WAFERS BY THE SURFACE ACTIVATED METHOD' (H. TAKAGI ET AL) 第8回日本金属学会国際シンポジウム (平成8年7月2日発表)

特許法第30条第1項適用申請有り 「シリコンウェハー常温接合に成功」 (日刊工業新聞 (1996年4月19日))

特許権者において、実施許諾の用意がある。

(72)発明者 須賀 唯知
東京都目黒区駒場四丁目6番1号 東京
大学先端科学技術研究センター内
(72)発明者 鄭 澤龍
東京都目黒区駒場四丁目6番1号 東京
大学先端科学技術研究センター内

(58)調査した分野(Int.Cl.⁶, DB名)

H01L 21/02